

เทคโนโลยีของหลอดLED และ การประยุกต์ใช้งาน

Prepared by

Mr. Pongsorn Ouvuthipong

L&E LIGHTING & EQUIPMENT PUBLIC COMPANY LIMITED

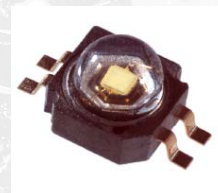
ชนิดของหลอด LED



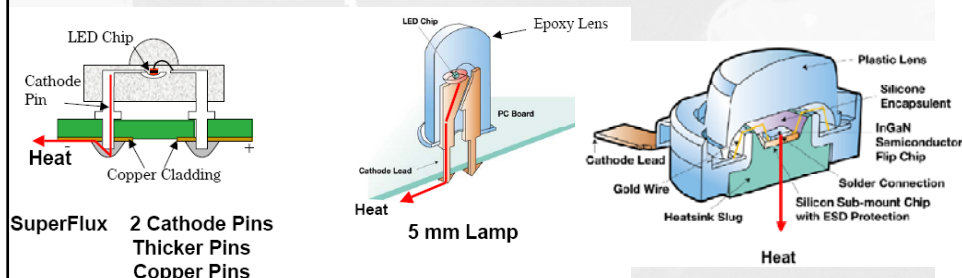
Superflux LED



5 mm



Power LED



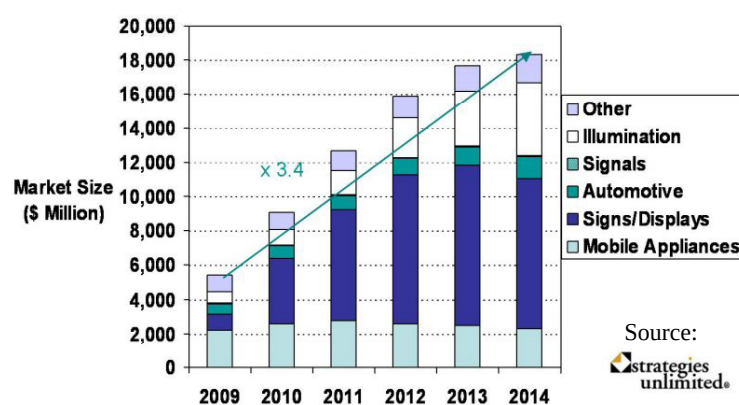
L&E LIGHTING & EQUIPMENT PUBLIC COMPANY LIMITED

SIGNEX

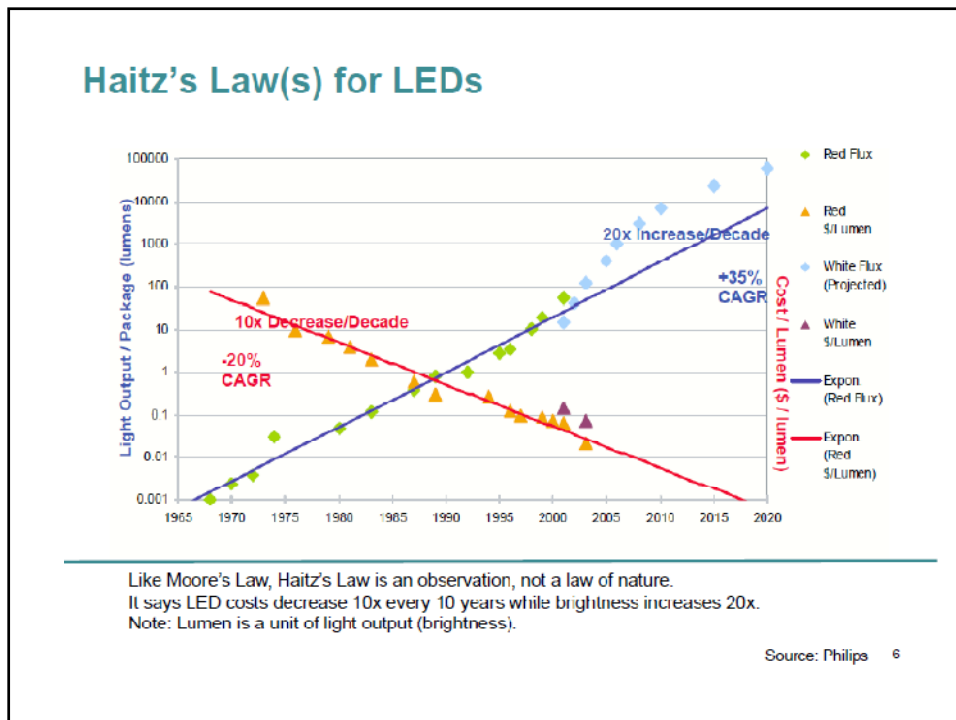
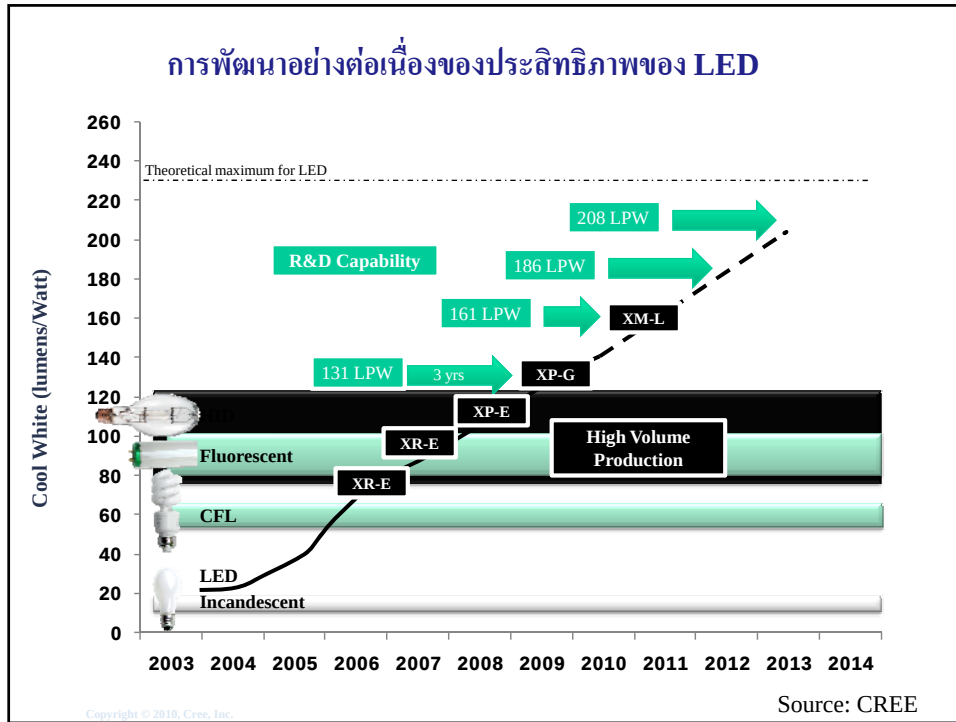
ประโยชน์ของโคมไฟLEDสำหรับ ผู้ใช้งาน

คุณสมบัติ	ประโยชน์สำหรับผู้ใช้งาน
• อายุหลอดยืนยาวนาน	• เหมาะกับใช้ในพื้นที่ที่เข้าถึง ในการบำรุงรักษาได้ยาก
• ใช้ไฟ DC แรงต่ำ	• มีความปลอดภัยในการใช้งาน
• ประสิทธิภาพสูง	• ประหยัดพลังงาน
• มีสีให้เลือกหลากหลายสีและเปลี่ยนสีได้	• ไม่ต้องใช้ Filter สี และสามารถสร้างบรรยากาศเปลี่ยนสีได้
• ทนต่อแรงสั่นสะเทือน	• มีความคงทนในการใช้งานที่มีการเคลื่อนไหว
• สามารถหรี่ได้	• สามารถปรับความสว่างทำให้ช่วยประหยัดพลังงาน
• ตัวหลอดมีขนาดเล็ก	• เพิ่มความหลากหลายในการออกแบบ
• สามารถเปิดแล้วทำงานได้ทันที	• ไฟฉุกเฉิน , ไฟกระพริบ
• สามารถเปิดทำงานที่อุณหภูมิต่ำได้	• ไฟตู้แช่
• ไม่มีสารปรอทเจือปน	• ไม่เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม
• มีรังสี UV และ Infrared ที่ต่ำ	• แสงที่ออกมาไม่ทำอันตรายต่อวัตถุที่ส่อง

สภาพตลาด LED โดยการคาดการณ์สำหรับปี 2010-2014

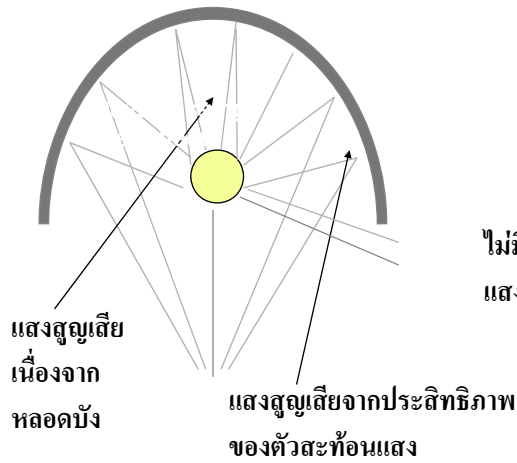


- CAGR ~ 27.8% จากปี 2009 ถึง 2014 (18.4 พันล้าน USD)
- อัตราการเติบโตของ LED ในโคมไฟส่องสว่าง อยู่ที่ 31% ในปี 2009 และ 34% ในปี 2010
- สำหรับ 5 ปีข้างหน้าคาดการณ์ว่าการเติบโตที่มีนัยเชิงบวกด้วย CAGR ประมาณ 48%

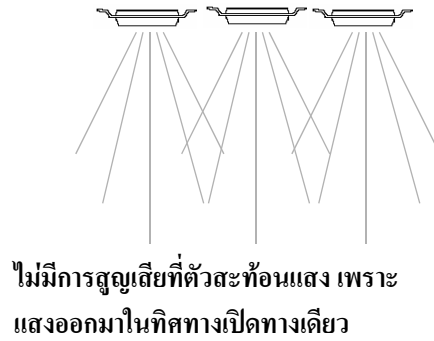


เปรียบเทียบ เทคโนโลยีของหลอดทั่วไปกับ LED (ในแง่ของแสงที่ออกมา)

โคมไฟเทคโนโลยีปัจจุบัน



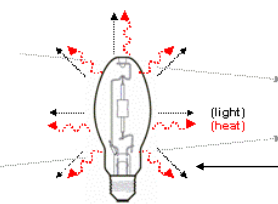
โคมไฟเทคโนโลยีหลอด LED



เปรียบเทียบ เทคโนโลยีของหลอดทั่วไปกับ LED (ในแง่ของการถ่ายเทความร้อน)

Bulbs:

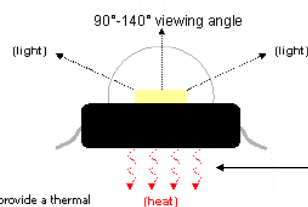
Reflector



- วิธีการถ่ายเทความร้อนออกไป

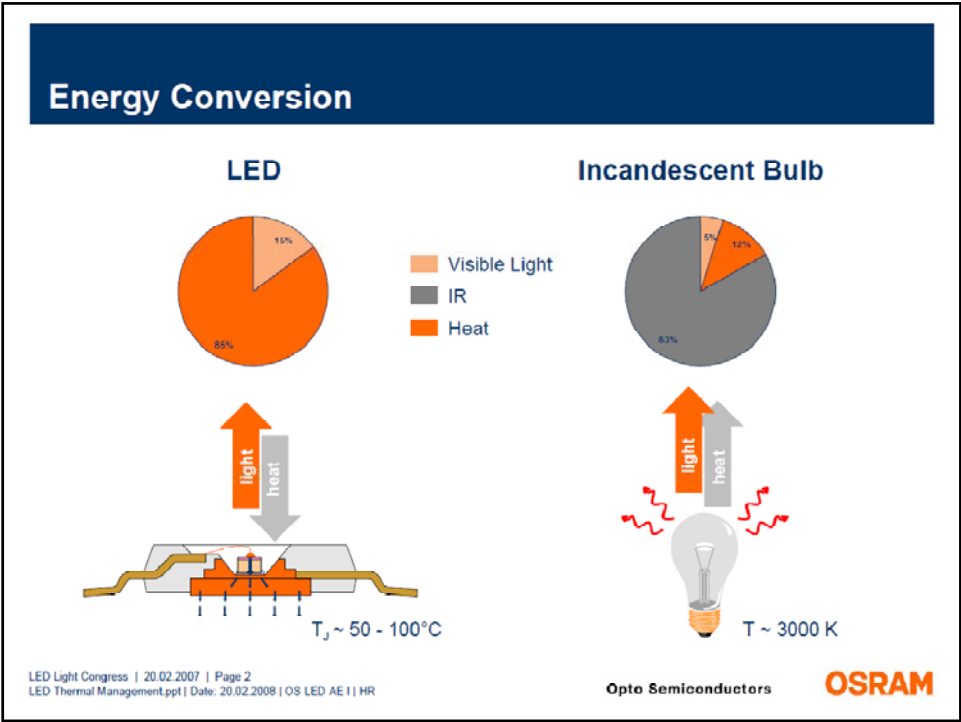
การพาความร้อน

LEDs:



การนำความร้อน + การพาความร้อน

Note: Power LEDs provide a thermal path, typical through-hole LEDs do not



LED Can Compete With Any Light Source

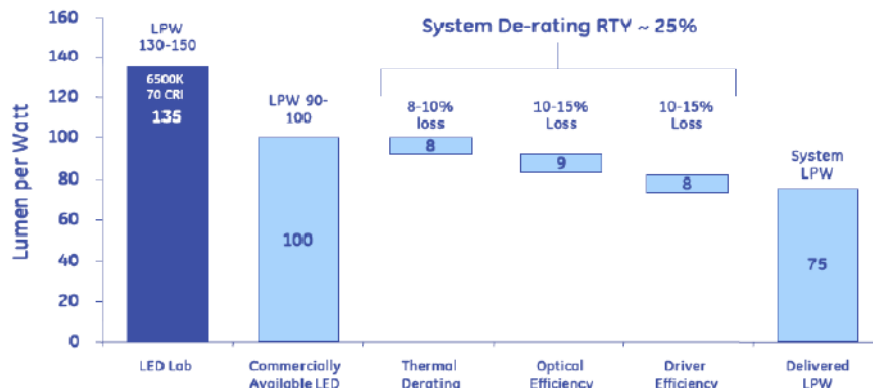
Light Type	Data Sheet lm/W	Usable* lm/W	Lifetime (hrs)	CRI
Incandescent	17	10-17	3k	100
Halogen	20	12-20	10k	100
T12 fluorescent	60	40-50	20k	62-85
Metal halide	65-70	35-40	10k-20k	60-90
Lighting-Class LED (Warm White)	80	55-65	50k+	80-85
T8 fluorescent	85-90	65-70	20-30k	78-85
High-pressure sodium	95-110	55-65	24k	22
Low-pressure sodium	120-140	65-75	16k	<5
I5 fluorescent	90	70-75	30k	85
Lighting-Class LED (Cool White)	105	70-80	50k+	75

* Typical expected performance in real-life applications. Based on mean lumens, and including ballast/driver, thermal equilibrium and typical fixture Coefficient of Utilization losses.

Copyright © 2009 Cree, Inc.

pg. 8

ประสิทธิภาพของ LED ในโคมไฟ LED



Source: GE

ตัวแปรทางไฟฟ้า,ทางอุณหภูมิ และวัสดุช่วยกระจายแสง มีผลต่อปริมาณแสงของระบบ LED

ประสิทธิภาพของระบบ **LED** =

ประสิทธิภาพของ **LED** x ประสิทธิภาพทางความร้อน x ประสิทธิภาพ ของตัว
กระจายแสง x ประสิทธิภาพของ **Driver**

ตัวอย่าง

LED ประสิทธิภาพ 100 ลูเมน ต่อ วัตต์

ประสิทธิภาพทางความร้อน 92 % (Thermal Degradation)

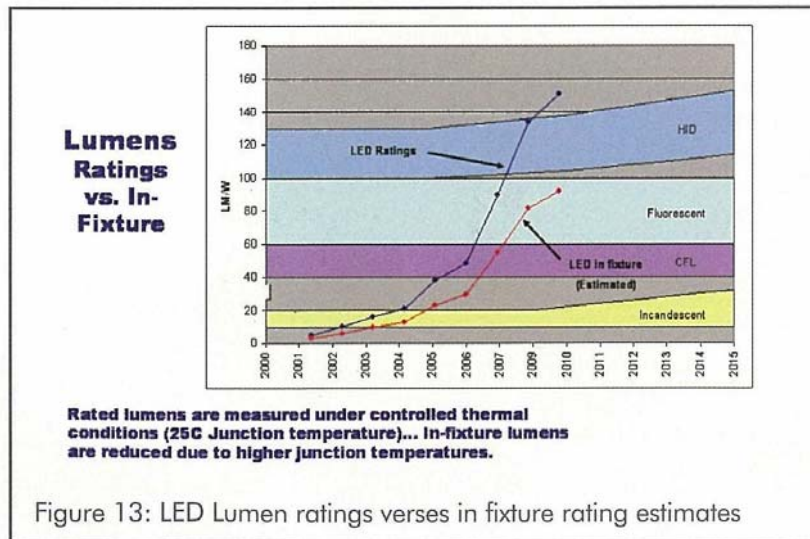
ตัวกระจายแสง ประสิทธิภาพ 90 %

Driver ประสิทธิภาพ 90 %

ดังนั้น ประสิทธิภาพของระบบ **LED** =

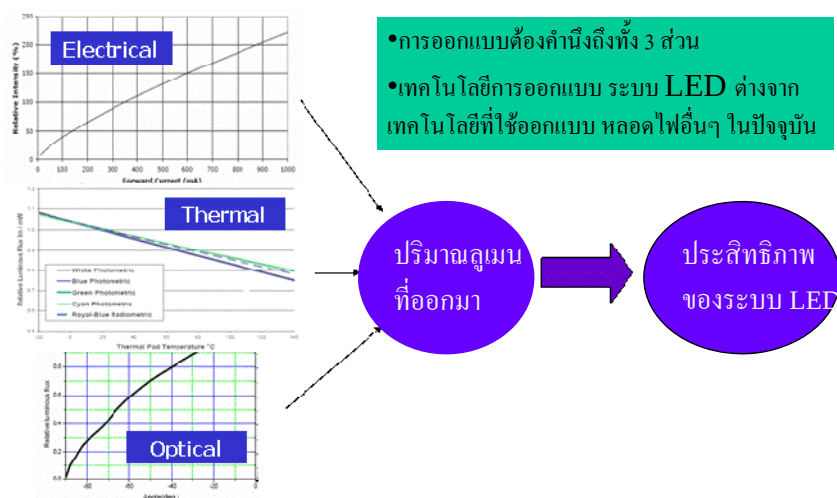
$100 \times 0.92 \times 0.90 \times 0.90 = 75$ ลูเมนต่อวัตต์

Lumen Ratings from LED vs. LED Lighting Fixture



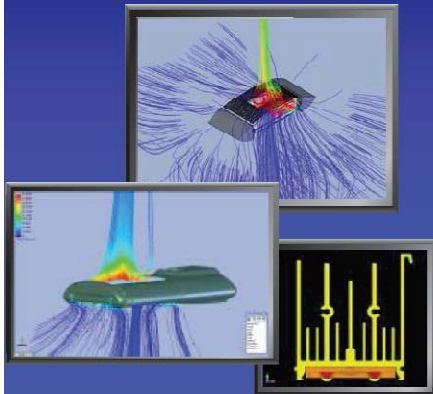
Source: LED Magazine

ตัวแปรทางไฟฟ้า, ทางอุณหภูมิ, และวัสดุช่วยกระจายแสง ล้วนมีผลต่อปริมาณแสงของระบบ LED



Optimizing Integration for Luminaire Design and Applications

Thermal Management



Optical Control



ส่วนประกอบสำคัญของ ชิ้นส่วน LED Package

LED CHIP

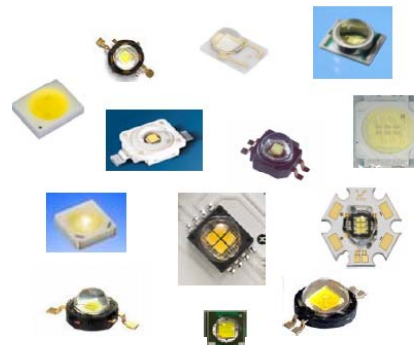
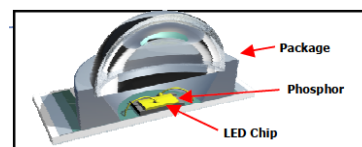
เป็นตัวกำหนดเบื้องต้นของ ความสว่าง และประสิทธิภาพของ LED

Phosphor

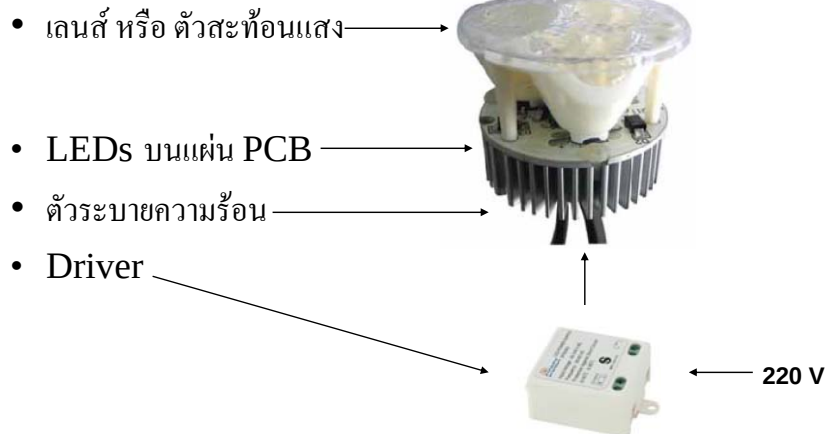
มีผลโดยตรงต่อสีของแสง , CRI และ Color Shift

Package

- ช่วยป้องกัน LED Chip และ Phosphor
- มีผลต่อการระบายความร้อน และการกระจายของแสง
- เป็นตัวหลักที่มีผลต่ออายุของ LED



ส่วนประกอบของระบบการให้แสงของ LED

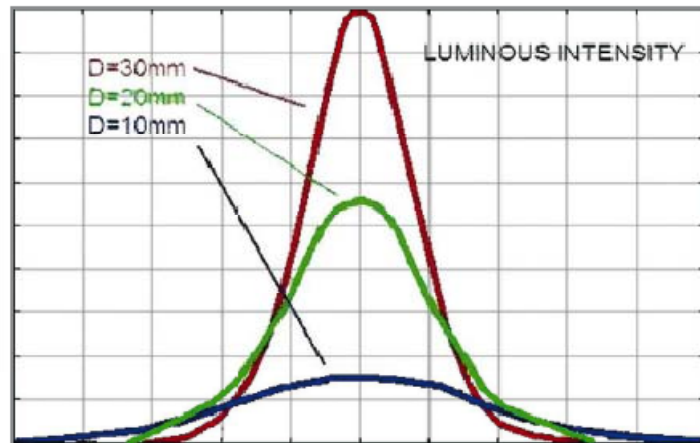


วัสดุช่วยกระจายแสงของ LED – เลนส์



- ข้อดี
 - เป็นที่นิยมมาก สามารถหา แหล่งจำหน่ายได้ ง่าย
 - ประสิทธิภาพดี
 - ช่วยปกป้องตัว LED ด้วย
 - มีหลากหลายมุมให้เลือก
- ข้อเสีย
 - การประกอบแบบ manual
 - บางเกรดจะให้แสงอมน้ำเงินตรงกลาง และเจือเหลือง โดยรอบ
 - yellowish

วัสดุช่วยกระจายแสงของ LED – เลนส์



Source: LED Magazine

วัสดุช่วยกระจายแสงของ LED – ตัวสะท้อนแสง



ข้อดี

- สามารถควบคุมแสงได้ดีกว่าเลนส์ เมื่อ LED มีขนาดใหญ่ เมื่อเทียบกับ ขนาดของ เลนส์
- ประสิทธิภาพดีกว่า เมื่อต้องการแสง มุมกว้าง

ข้อเสีย

- มีแหล่งจำหน่ายจำกัด
- มีราคาสูงกว่า
- มุมมีความหลากหลายน้อยกว่า

ตัวระบายความร้อน

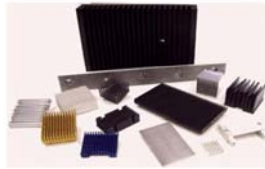


ข้อดี

- ทำรูปร่างต่างๆ ได้ง่าย

ข้อเสีย

- นำความร้อน ได้น้อยกว่า
- มักจะต้องเพิ่มการระบายความร้อนโดยการเป่าลมเพื่อให้ทนการกักความร้อนได้ดีขึ้น

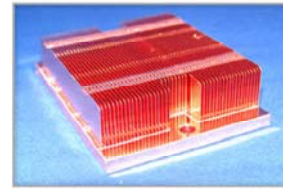


ข้อดี

- ทนต่อการกักความร้อน
- ระบายความร้อนได้ดีมาก

ข้อเสีย

- มีรูปร่างที่จำกัด
- ต้องมีเครื่องจักรผลิตขึ้นมา



ข้อดี

- ระบายความร้อนได้ดีที่สุด

ข้อเสีย

- แพงกว่าแบบอื่นๆ
- Fin มีความหนาแน่น ทางกลน้อย

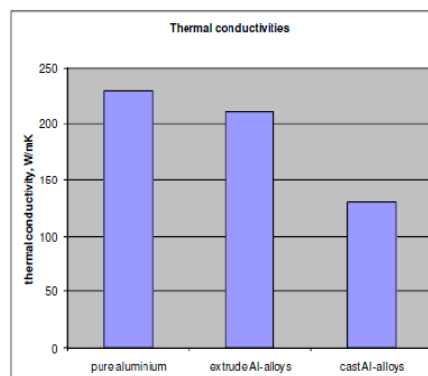
Thermal conductivity

cast vs. extruded aluminum alloys

Thermal conductivities;

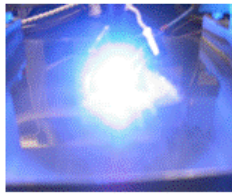
Extruded alloy 6063: 200 -215 W/mK

Cast alloys: 120-140 W/mK

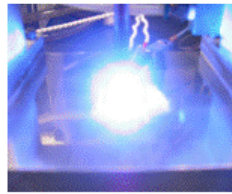


ตัวระบายความร้อน

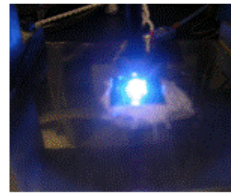
- Passive Cooling System : Heat Sink
- Active Cooling System : พัดลม, Copper Heat Pipe, Synthetic Jet



5270 Lux, 2.2 W/mK LTI



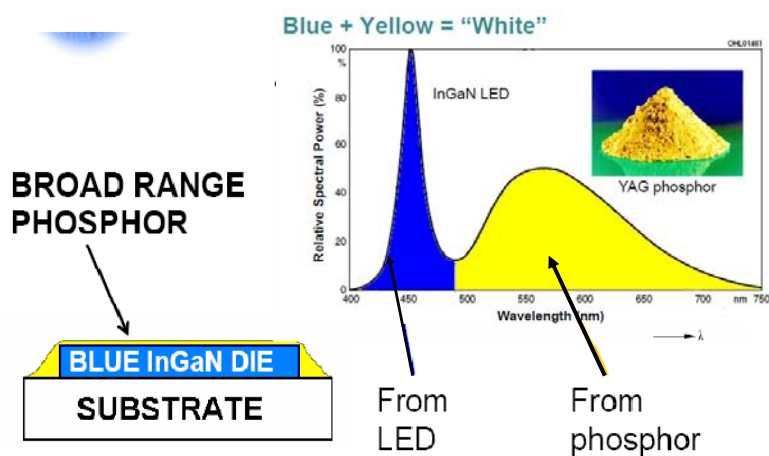
4750 Lux, 1.1 W/mK MP



1310 Lux, 0.2 W/mK FR4

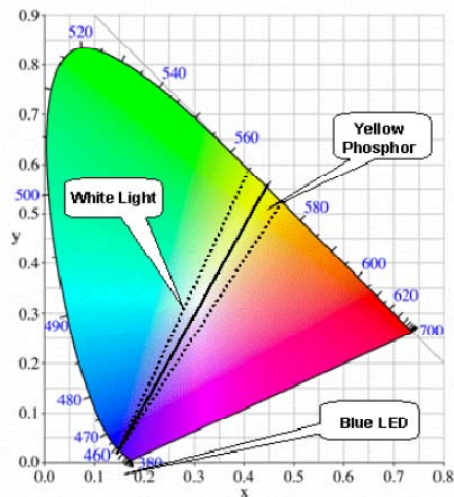
Light Output of Die on Different Dielectric Materials
at $\Delta T_{jb} = 28\text{ C}$

โครงสร้างของ LED สีขาว



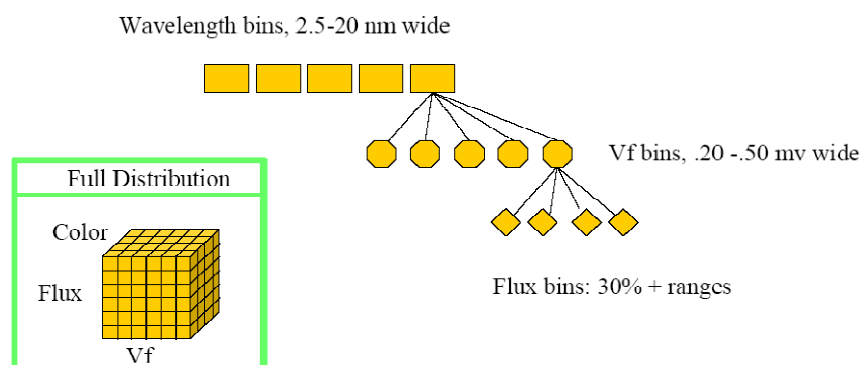
Source: OSRAM

Blue LED (or UV) + Phosphor = White



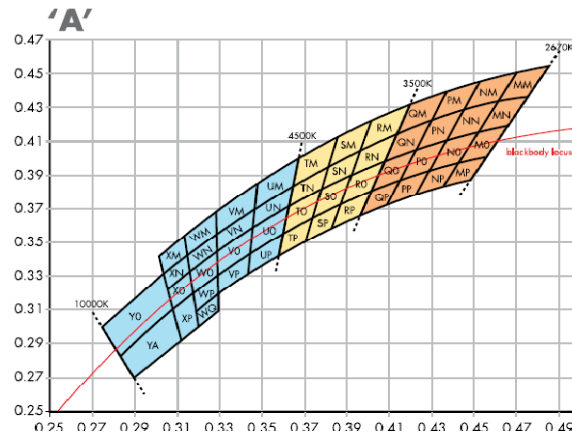
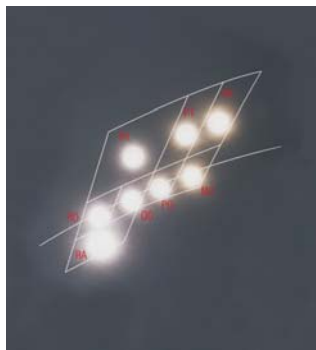
- - LED สีขาว โดยทั่วไปจะประกอบด้วย LED สีน้ำเงิน และ Topping ด้วย Phosphor สีเหลือง
- - การเพิ่ม Phosphor สีเหลืองจะทำให้ได้อุณหภูมิสีไปทาง Warm White ถ้าใส่ Phosphor สีเหลืองจำนวนน้อย ก็จะได้สี Cool White แสงจะออกมากขึ้น
- - ค่าของคนเราก่อนข้างจะวัดต่อ ความยาวคลื่นในช่วงสี Warm ดังนั้น กระบวนการวาง Phosphor ที่ไม่คงที่เช่น หนาไป, น้อยไป หรือคุณภาพของ Phosphor เองก็จะทำให้เกิดการไม่คงที่ของสี Warm White ได้

การคัด Bin ของ LED



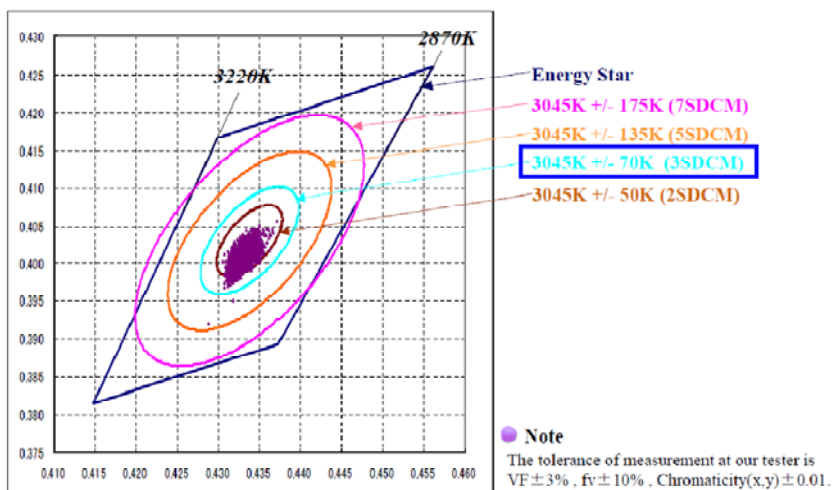
การคัด Bin ของ LED (color bin)

- สีที่จะสังเกตเห็นได้ง่ายที่สุดว่ามีความเพี้ยนของสี คือ สี warmwhite



การควบคุมคุณภาพสีของแสงและผู้ผลิตหลอด LED

● CL-L251-MC4L1 (3045K) Actual test result of color variance



CITIZEN ELECTRONICS CO.,LTD.

การควบคุมคุณภาพสีของแสงและผู้ผลิตหลอด LED



Source: CITIZEN

การคัด Bin ของ LED (Forward Voltage Bin)

- มีผลในแง่ที่จะทำให้อายุ LED สั้นลง หากมีการออกแบบวงจรไม่ดีพอ

Bin Code	V _F Bins	
	Minimum Forward Voltage (V)	Maximum Forward Voltage (V)
A	2.31	2.55
B	2.55	2.79
C	2.79	3.03
D	3.03	3.27
E	3.27	3.51
F	3.51	3.75
G	3.75	3.99

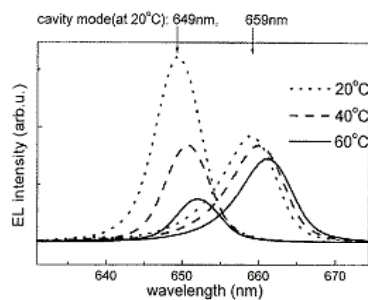
การคัด Bin ของ LED (Flux Bin)

- มีผลในเรื่องของปริมาณแสงที่ออกมาจะไม่เท่ากัน

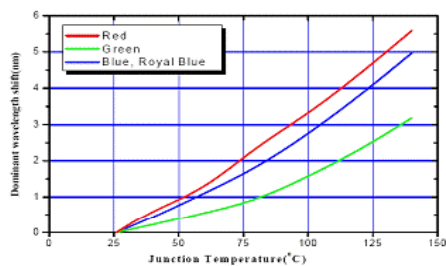
Flux Bins - All Colors (except Royal-Blue)		
Bin Code	Minimum Photometric Flux (lm)	Maximum Photometric Flux (lm)
A	8.2	10.7
B	10.7	13.9
C	13.9	18.1
D	18.1	23.5
E	23.5	30
F	30	40
G	40	50
H	50	60
J	60	70
K	70	80
L	80	90
M	90	100
N	100	120
P	120	140
Q	140	160
R	160	180
S	180	200
T	200	220
U	220	240
V	240	260
W	260	280
X	280	300

ผลของอุณหภูมิต่อคุณสมบัติของ LED

เมื่อ อุณหภูมิสูงขึ้น Wavelength จะยาวขึ้น



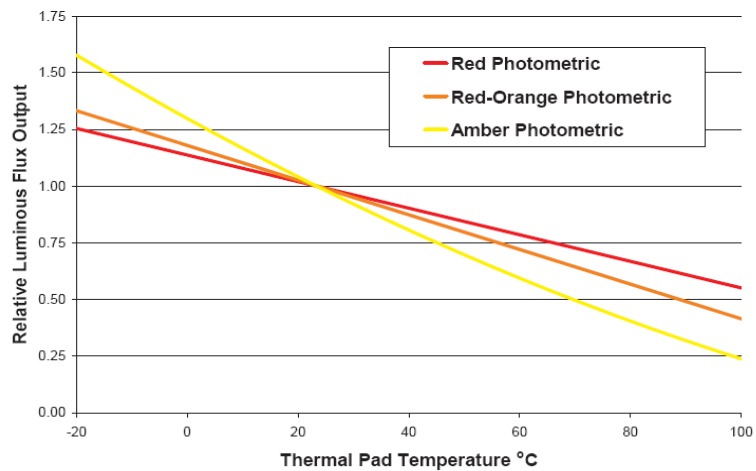
- K for 649 nm (at 20°C) LED is 0.15 nm/°C
- K for 659 nm (at 20°C) LED is 0.05 nm/°C.



Source: Seoul Semiconductor P4 datasheet

ผลของอุณหภูมิต่อคุณสมบัติของ LED

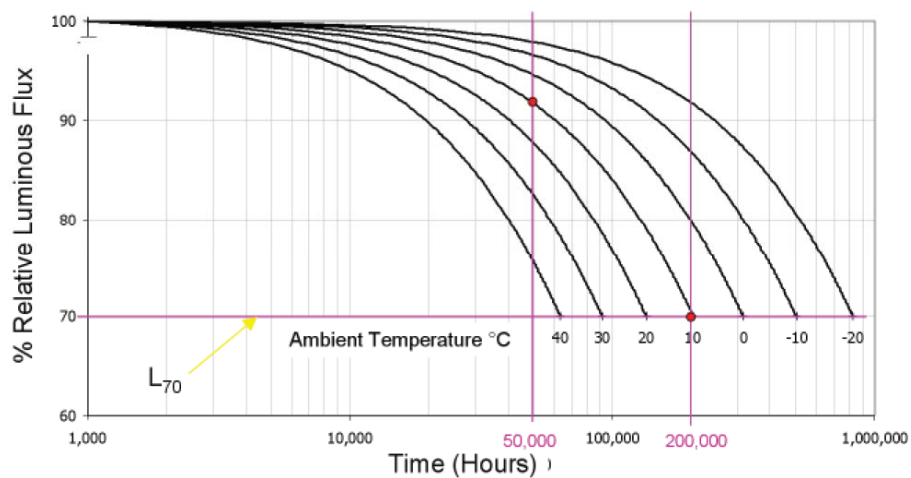
เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ปริมาณแสงของ LED จะลดลง



ผลของอุณหภูมิต่อคุณสมบัติของ LED

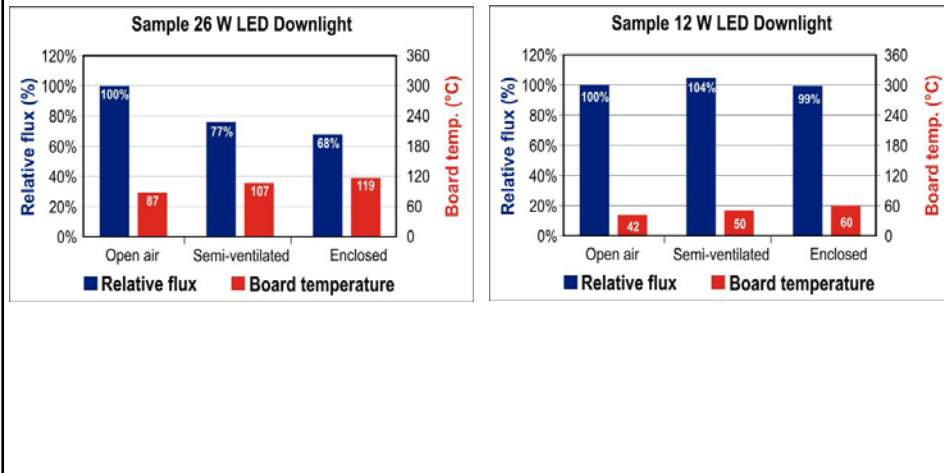
เมื่อ อุณหภูมิสูงขึ้น อายุการใช้งานของ LED จะสั้นลง

LEDway™ 350 mA Lumen Maintenance Prediction vs. Ambient Temperature



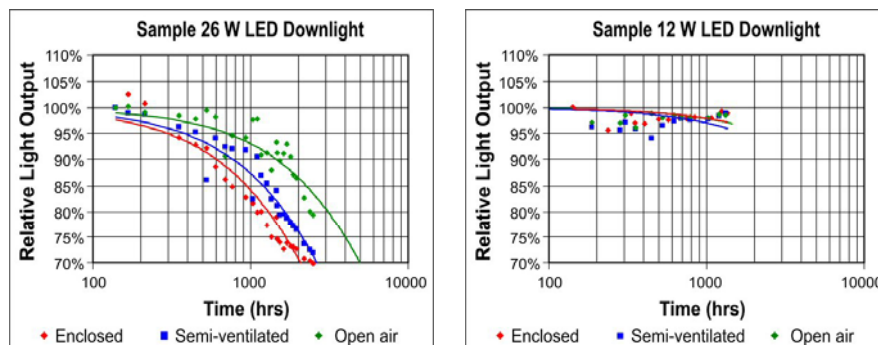
ผลของอุณหภูมิต่อคุณสมบัติของ LED

จากการทดสอบ LED คาวาน์ไลท์ 2 ชุดขนาดเดียวกัน โดยขับเคลื่อน LED ที่ ขนาด 26 W. และ 12 W. ในสภาวะที่ต่างกัน คือ Open Air, Semi-ventilated and Enclosed



ผลของอุณหภูมิต่อคุณสมบัติของ LED

จากการทดสอบ LED คาวาน์ไลท์ 2 ชุดขนาดเดียวกัน โดยขับเคลื่อน LED ที่ ขนาด 26 W. และ 12 W. ในสภาวะที่ต่างกัน คือ Open Air, Semi-ventilated and Enclosed



ผลของอุณหภูมิต่อคุณสมบัติของ LED

จากการทดสอบ LED คาวาน์ไลท์ 2 ชุดขนาดเดียวกัน โดยขับเคลื่อน LED ที่ ขนาด 26 W. และ 12 W. ในสภาวะที่ต่างกัน คือ Open Air, Semi-ventilated and Enclosed

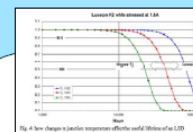
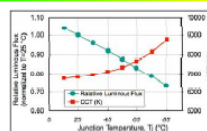
ข้อสรุป

1. เมื่อ LED หลายๆ เม็ดมาวางบน PCB พื้นที่เล็กๆ ต้องระวังเรื่อง การระบาย ความร้อนเสมอ
2. ข้อมูลทั้งทางด้านปริมาณแสงและอายุการใช้งาน ที่ทาง Supplier เตรียมไว้ ให้ นั้น อ้างอิง จากสภาพการใช้งานจริงๆ หรือไม่
(open air , Semi-ventilated หรือ Enclosed)

Large Gap between LED manufacturers and Lighting Industry

<LED manufacturer>

- LEDs measured in production.
- LEDs are measured with short pulses.
- LEDs are binned and rated at $T_j = 25^\circ\text{C}$.



<Lighting industry>

- LEDs in luminaires are hot ($T_j = 60^\circ\text{C}$ to over 100°C)
- Photometric measurements in steady DC mode.

LED performance varies with temperature

Pulse vs. DC ?

Performance of LEDs $\neq$ Performance of SSL products

(Luminous Intensity, Luminous Flux, Wavelength, Colour Coordinates, Forward Voltage, Reliability)

Source: NIST

การออกแบบโคมไฟ **LED** มีสิ่งที่ต้องให้ความสำคัญเป็นพิเศษต่างจากการออกแบบโคมไฟในปัจจุบัน คือ ต้องให้ความสำคัญกับการออกแบบเรื่องการระบายความร้อนให้กับระบบโคมไฟ **LED**

อุณหภูมิที่ **Junction** ต้องไม่สูงเกินกว่าที่

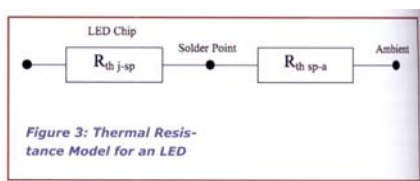
“ Maximum Junction Temperature ”

ค่าของอุณหภูมิที่ **LED Junction** จะขึ้นอยู่กับ

- ค่ากระแส และแรงดันที่จ่าย
- อุณหภูมิ การใช้งานโดยรอบ
- การระบายความร้อนของ **LED** ออกสู่อากาศ

การคำนวณค่า T_j

$$T_j = T_{sp} + (R_{th\ j-sp} * V_f * I_f)$$

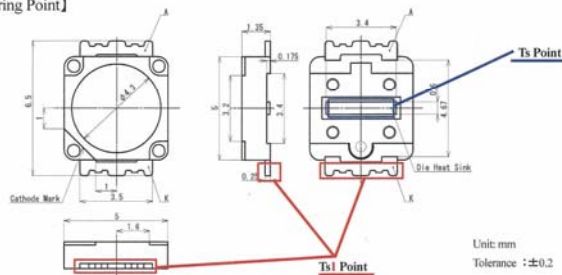


T_{sp} = Solder Pad Temperature

V_f = Forward Voltage I_f = Forward Current

$R_{th\ j-sp}$ = The Thermal Resistance of Junction to Solder Pad

【Measuring Point】



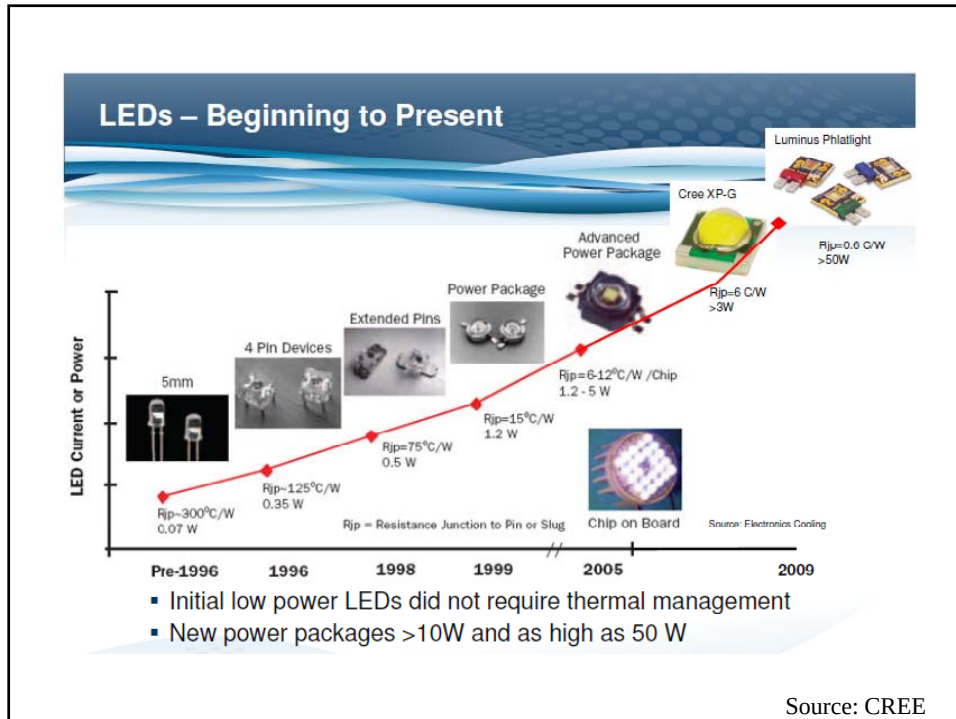
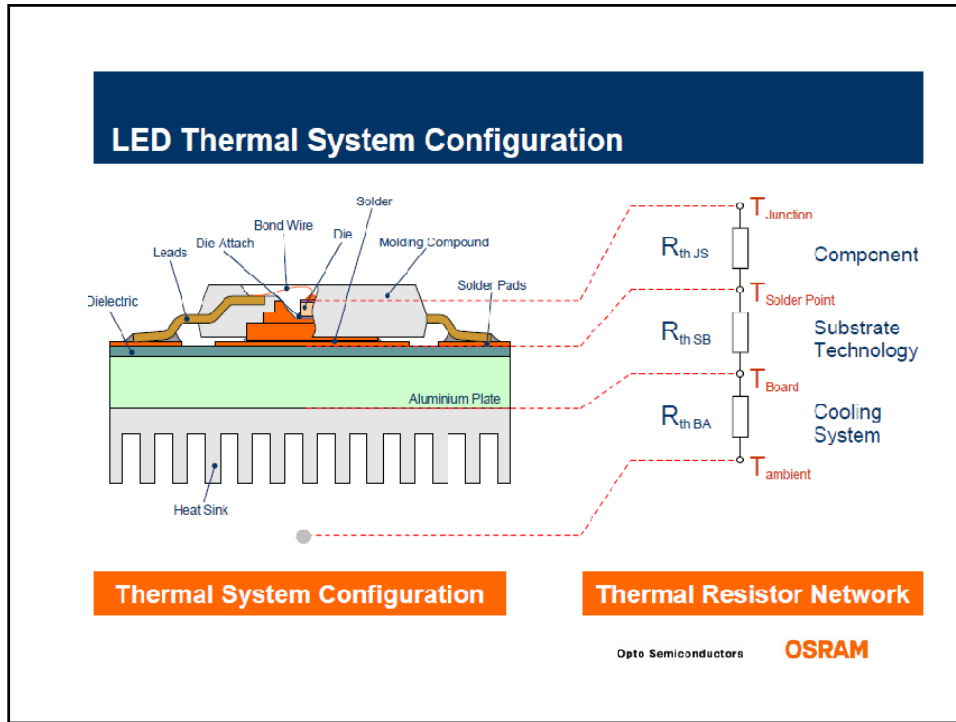
NS6W/L083A, NS6L083A-H1

T_{jmax}	120	$^{\circ}\text{C}$
R_{thj-s}	5	$^{\circ}\text{C/W}$
R_{thj-s1}	10	$^{\circ}\text{C/W}$

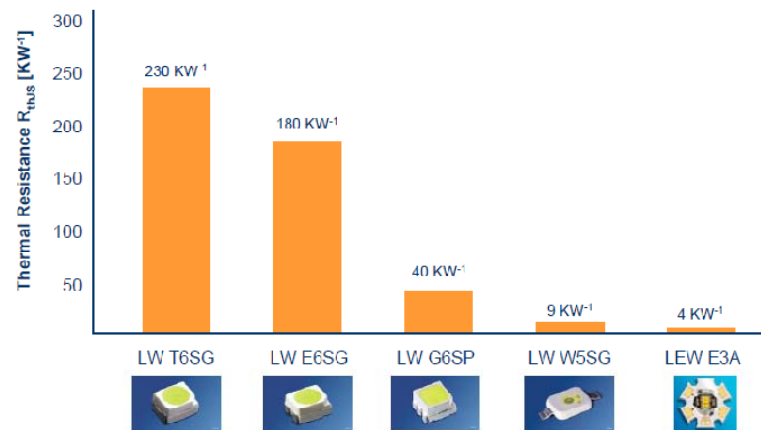
Absolute Maximum Rating ($T_a=25^{\circ}\text{C}$)

I_{fmax}	350	mA
I_{fpmax}	600	mA
V_{fmax}	4.4	V
T_{opr}	$-30 \sim 85$	$^{\circ}\text{C}$
T_{stg}	$-40 \sim 100$	$^{\circ}\text{C}$

Source: NICHIA



Thermal Resistances of OSRAM LEDs



Opto Semiconductors

OSRAM

ตัว LED เอง อาจจะไม่ใช่ สาเหตุหลักที่ทำให้ระบบ LED เสีย

- ชิ้นส่วน Electronics อื่น
 - การป้องกันสัญญาณรบกวนแรงสูง
 - พัฒนาระบายความร้อน
 - Lens คุณภาพไม่ดี
- etc.

ข้อเสนอแนะสำหรับการเลือกใช้งานระบบ LED

- ใช้ LED ที่มีคุณภาพสูง (CREE, Lumileds, Nichia, OSRAM, SeoulSemi)
- มีการทดสอบในเรื่องของ อุณหภูมิ ภายได้ สภาวะการใช้ งานจริง (Thermal Design)
- มีการออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่ดี ใช้ชิ้นส่วนที่ สอดคล้อง (Electrical Design)
- ใช้เลนส์หรือตัวสะท้อนแสงที่มีคุณภาพ ให้การกระจายแสง ตามที่กำหนดไว้ (Optical Design)

		Luminaire Design	
		Good	Bad
Quality of LED	Good	Excellent	BAD
	Bad	BAD	BAD

Results

Source: CREE

ปัญหาคุณภาพของโคมไฟ LED : เลือกใช้ LED คุณภาพไม่ดี



**LED Puck
84.1% Drop**



**16.5" Linear
97.8% Drop**



**22" Linear
96.9% Drop**



Source: CREE

ปัญหาคุณภาพของโคมไฟ LED : คุณภาพของ **Driver** หรือ การระบายความร้อนที่ไม่ดี



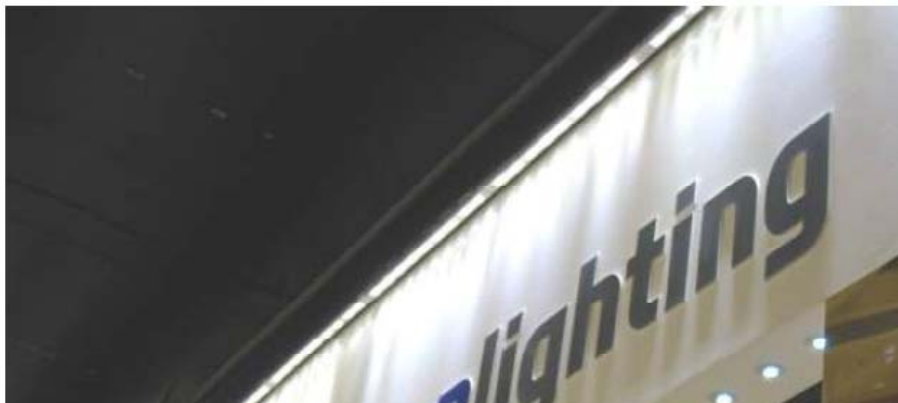
Driver เสีย

สี LED เปลี่ยนเนื่องจาก
การระบายความร้อนไม่ดี



Source: CREE

ปัญหาคุณภาพของโคมไฟ LED : การเลือกใช้ หรือติดตั้ง **LENS** ไม่
ถูกต้อง



Source: CREE

ปัญหาคุณภาพของโคมไฟ LED : ความสม่ำเสมอของอุณหภูมิสี



Source: CREE

ชนิดของหม้อแปลงที่ใช้กับหลอด LED

- Constant Current เช่น 350mA , 700 mA เป็นต้น
- หม้อแปลงไฟตรง หรือ สวิตชิ่ง Power Supply หรือ Constant Voltage เช่น 12 Vdc , 24 Vdc เป็นต้น
- หม้อแปลงไฟสลับ
 - หม้อแปลงแกนเหล็ก 12Vac
 - หม้อแปลงอิเล็กทรอนิกส์ 12 Vdc

การเลือกใช้หม้อแปลงให้เหมาะสมกับหลอด LED

1. ดูว่าโคมไฟ LED ใช้ไฟแบบไหน
 - Constant Current 350 mA , 700 mA
 - Constant Voltage 12 VDC , 24 VDC
 - หม้อแปลงไฟสลับ 12 VAC
2. ดูขนาดกำลังวัตต์ของหม้อแปลง ให้มากกว่าวัตต์ของโคมที่มากกว่า
3. ดูว่าใช้ Indoor หรือ Outdoor
4. ให้ระวังเรื่อง Voltage drop

สัญญาณควบคุมการหรี่ LED

- สัญญาณ 0-10 V DC มักใช้กับ General Light
- สัญญาณ DMX มักใช้กับ โคมไฟ LED เปลี่ยนสี
- สัญญาณ DALI มักใช้กับ General Light

รูปแบบผลิตภัณฑ์ LED สำหรับไฟส่องสว่าง

LED packages

(low power)



(high power)



LED arrays / modules



LED light engines



Complete SSL products

Integrated LED lamps



LED luminaires



ผลิตภัณฑ์ LED สำหรับผู้ผลิตโคมไฟ LED

ผลิตภัณฑ์ LED สำหรับผู้ใช้งานทั่วไป

Source: NIST

LED Lighting Application

• Replacement Lamp



JC LED 1 W



MR16 LED 3 W



MR16 LED 5 W



GX53 LED 5 W



PAR30 LED 10 W



PAR38 LED 15 W



Fluorescent LED 18 W, 24 W



QR111 LED 10 W

- สะดวก ใช้งาน สามารถแทนหลอดเก่าได้

- โดยทั่วไปไม่สามารถใช้งานได้เต็ม

Capacity ของเม็ด LED

- หากเป็น Power LED ขนาด 1 วัตต์ ขึ้นไป

หลายๆเม็ด ควรมี Heat Sink เป็นตัวระบาย

- Consumer Products & Cost Expectations

- ต้องการค่า CRI ที่สูง

- โดยทั่วไป ต้องการอุณหภูมิสี warm white

Payback Period Analysis of MR16 LED

Description	Halogen MR16 20 W	LED MR16 5 W
Lifetime (Hours)	2,000	50,000
Lamp Power Consumption (Watts)	20	5
Daily Electricity Consumption (Unit)	0.24	0.06
Annual Electricity Consumption (Unit)	87.60	21.90
Annual Electricity Charge (Baht)	265	66
Annual Electricity Saving (Baht)		199

Investment (Baht)	50	500
Annual Maintenance Expense (Baht)	100	-
Payback Period (Year)		1.76

Note: 12 hours daily operated, Electricity Charge 3.03 Baht per unit

LED Lighting Application

• Downlight



Downlight LED 3 W



Downlight LED 5 W



Downlight LED 10 W



Downlight LED 15 W



Downlight LED 5 W

- ใช้ตัว ถังโคมเป็นตัวระบายความร้อน
- ต้องเปลี่ยนทั้งโคม
- สามารถขับกระแสได้เกือบเท่า Capacity ของ LED หากมีการออกแบบ Heat sink ให้สามารถรองรับการระบายความร้อนได้ โดยทั่วไปจะนิยมใช้แหล่งจ่ายไฟ เป็นแบบ กระแสคงที่
- โดยทั่วไปต้องการค่า CRI ที่สูง
- โดยทั่วไปต้องการอุณหภูมิสี Warmwhite

LED Lighting Application



Project : K-Bank Semina Room

L&E LIGHTING & EQUIPMENT PUBLIC COMPANY LIMITED

LED Lighting Application

• Accent & Track light



TRL120

- โดยทั่วไป ขณะนี้ สำหรับแทนโคมประเภทหลอดฮาโลเจน (เริ่มมีการใช้งานแทนประเภทหลอดเมทัลฮาไลด์บ้างแล้ว)
- ต้องการค่า CRI ที่สูง
- โดยทั่วไป ต้องการอุณหภูมิสี Warmwhite
- มุมกระจายของแสงมีความสำคัญ
- รูปร่างลักษณะของโคมมีความสำคัญในการเลือกใช้

LED Lighting Application



TK PARK

L&E LIGHTING & EQUIPMENT PUBLIC COMPANY LIMITED

LED Lighting Application

•Built-in Furniture & Retail Display



SLX1300 LED Strip 7w or 14 W



SLB615 LED Strip 5 W



GX53 LED 5 W



SCS236, RGB 36 x 1W



MR16 LED 5 W



SCL31 LED 3 x 3W

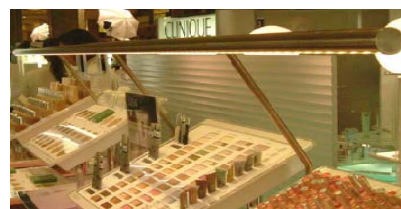
LED Lighting Application

• Furniture Application

- แสงที่ออกมา ไม่มีรังสียูวี และอินฟราเรด (รังสีความร้อน) จึงไม่เป็นอันตรายต่อผลิตภัณฑ์สินค้าที่ต้องหลีกเลี่ยงรังสีพวกนี้ เช่น รูปภาพสีน้ำมัน, ช็อคโกแลต, ยารักษาโรค, เครื่องสำอาง, นาฬิกา, กระเป๋าหนัง, เสื้อผ้า, ไวน์ เป็นต้น
- กินไฟน้อย จึงประหยัดพลังงาน เมื่อเทียบกับหลอดไส้หรือฮาโลเจน
- รูปร่างเล็ก ใ้คงงอไปตาม รูปทรงต่างๆ ได้ จึงสามารถใส่ในช่องหรือช่องแคบต่างๆของ Furniture ได้
- ตัวหลอดอายุยืนนาน ไม่ต้องบำรุงรักษาบ่อย
- กินไฟ แรงต่ำ เช่น 12 V. หรือ 24 V. ดังนั้นจึงมีความปลอดภัย
- ทนต่อแรงสั่นสะเทือน หลอดไม่ขาด

L&E LIGHTING & EQUIPMENT PUBLIC COMPANY LIMITED

LED Lighting Application



L&E LIGHTING & EQUIPMENT PUBLIC COMPANY LIMITED

LED Lighting Application



- แสงจาก LED ทำให้เกิดประกายที่สินค้าเป็นเครื่องประดับเพชรพลอย นาฬิกา เป็นต้น
- ความร้อนจากแสงน้อย
- สามารถเลือกหลอดให้มีอุณหภูมิสีเหมาะกับสินค้าที่โชว์ เช่น สร้อยทองใช้สี warmwhite, เพชรใช้สีขาวอุณหภูมิสูงกว่า 7000 K เป็นต้น

Project : Central Bangna

L&E LIGHTING & EQUIPMENT PUBLIC COMPANY LIMITED

LED Lighting Application



Project : Khun Laung Jewellery

L&E LIGHTING & EQUIPMENT PUBLIC COMPANY LIMITED

LED Lighting Application



SLB615

L&E LIGHTING & EQUIPMENT PUBLIC COMPANY LIMITED

LED Lighting Application



SLB615

L&E LIGHTING & EQUIPMENT PUBLIC COMPANY LIMITED

LED Lighting Application

•Retail Display

High-end retail (e.g., designer label branded stores)

“High-tech” look; interesting effects; design flexibility,
“Catching the Eyes”



L&E LIGHTING & EQUIPMENT PUBLIC COMPANY LIMITED

LED Lighting Application

• ตู้แช่, ตู้เย็นโชว์สินค้า

- สามารถออกแบบแบบโคมไฟ LED ที่หลากหลายและให้สอดคล้องกับรูปแบบตู้แช่เพื่อให้แสงสามารถกระจายได้อย่างสม่ำเสมอ
- ในภาวะที่อุณหภูมิตัว LED จะมีประสิทธิภาพสูงขึ้น ทำให้ประหยัดพลังงาน และมี reliability ดีขึ้น
- สามารถเลือกอุณหภูมิสีของ LED ให้สอดคล้องกับสินค้าที่แสดงในตู้แช่ได้ ทำให้สินค้าดูสดขึ้น

LED Lighting Application

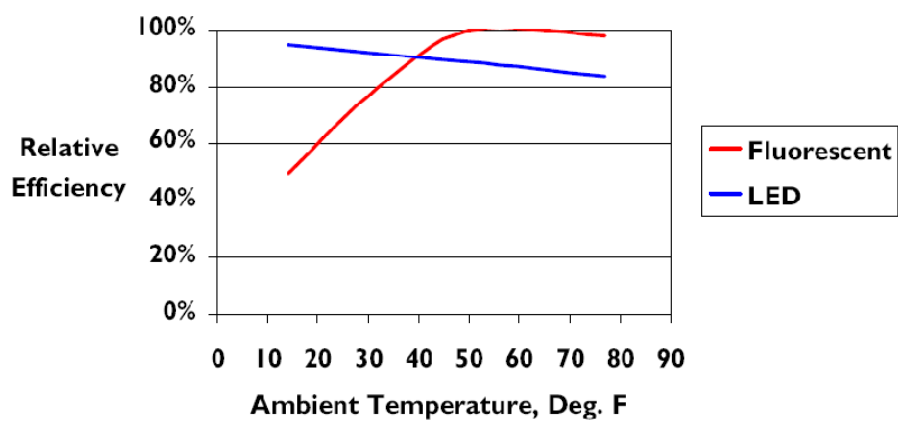
- ตู้แช่, ตู้เย็นโชว์สินค้า



วอลมาร์ต เปลี่ยนหลอดฟลูออเรสเซนต์ เป็นหลอด LED ในตู้แช่ทั้ง 500 สาขา สามารถประหยัดค่าไฟได้ถึง 2.6 M USD ต่อปี

L&E LIGHTING & EQUIPMENT PUBLIC COMPANY LIMITED

Linear Fluorescent vs. White LED Relative Efficiency



LED Lighting Application

• Refrigerated Display Lighting System



Figure 3: Refrigerated display cases with fluorescent lighting on the left and LED lighting on the right.

Figure 5: Arrangement of the LED fixture

Source: OSRAM

LED Lighting Application

• Cove Light



SLL1092



SCL150

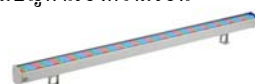


SCX1300



Rope Light LED

- Cove light เป็นพื้นที่ที่ยากแก่การเข้าไปบำรุงรักษา
- มีความต้องการเรื่องประหยัดพลังงาน
- ต้องการเรื่องการตกแต่ง
 - Dynamic ambience
 - บางกรณีต้องการอุณหภูมิสีแตกต่างกันแล้วแต่กิจกรรมที่ทำ
- การใช้งานCove light บางทีต้องการรูปแบบโค้งหรือระยะที่ไม่ standard
- ไม่มีปัญหาเรื่องความร้อน



SCS236, RGB 36 x 1W

Payback Period Analysis of Striplight LED

Description	Xenon Striplight	LED SLL1092
Lifetime (Hours)	20,000	50,000
Lamp Power Consumption (Watts)	65	13
Daily Electricity Consumption (Unit)	0.78	0.156
Annual Electricity Consumption (Unit)	284.70	56.94
Annual Electricity Charge (Baht)	863	173
Annual Electricity Saving (Baht)		690

Investment (Baht)	1,300	1,900
Annual Maintenance Expense (Baht)	-	-
Payback Period (Year)		0.87

Note: 12 hours daily operated, Electricity Charge 3.03 Baht per unit

LED Lighting Application



Intercontinental Hotel



SLL1092



LED Lighting Application



River City Hotel



SCS336



SCL150



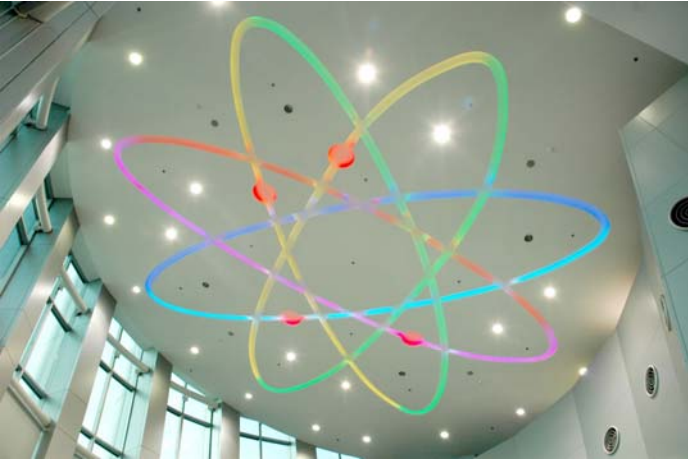
LED Lighting Application



SCL150

Project : Gem Collection

LED Lighting Application



SCL150

Project : Wannasorn Building

L&E LIGHTING & EQUIPMENT PUBLIC COMPANY LIMITED

LED Lighting Application



SCL150

Project : Pullman Hotel Ballroom

L&E LIGHTING & EQUIPMENT PUBLIC COMPANY LIMITED

LED Lighting Application



SCL150

Project : Museum of Jim Thompson



L&E LIGHTING & EQUIPMENT PUBLIC COMPANY LIMITED

LED Lighting Application



SCL150

Project : Grand Ball Room, Landmark Hotel



L&E LIGHTING & EQUIPMENT PUBLIC COMPANY LIMITED

LED Lighting Application



SCS236, RGB 36 x 1W



Voice Station Broadcasting



L&E LIGHTING & EQUIPMENT PUBLIC COMPANY LIMITED

LED Lighting Application

• Table Lamp



SLR206 6 W



SLR303 5 W



SLW503



SLW403



SLR403 5 W

- ต้องการแสงที่ไม่มีความร้อน
- ประหยัดพลังงาน
(ในบางกรณีมีการเปิดทิ้งไว้)
- ต้องการรูปแบบโคมที่มีความแปลก มี **design** เน้นสวยงาม ไม่เทอะทะ

LED Lighting Application

กล่องไฟ หรือ ป้ายไฟโฆษณา



- ป้ายหรือกล่องไฟเป็นพื้นที่ที่เข้าถึงยากต้องการการบำรุงรักษา
- ต้องการระดับแรงดันไฟที่ปลอดภัย
- ต้องการความสม่ำเสมอของแสง และการประหยัดพลังงาน
- ป้ายมีสีที่ต้องการหลากหลายสี การใช้สีของแสง LED ให้สอดคล้องกับสีของป้าย จะทำให้สีไม่เพี้ยน
- การใช้ LED ให้แสงแบบ Side Lit ทำให้กล่องไฟมีความบางและประหยัดไฟ

LED Lighting Application



Project :Central Department Store

LED Lighting Application



T5 Fluorescent 320 W



SLL1092 LED 150 W

Project : King Power Suwannabhumi

L&E LIGHTING & EQUIPMENT PUBLIC COMPANY LIMITED

LED Lighting Application



SLS104



Wang Lee Building

L&E LIGHTING & EQUIPMENT PUBLIC COMPANY LIMITED

LED Lighting Application



L&E LIGHTING & EQUIPMENT PUBLIC COMPANY LIMITED

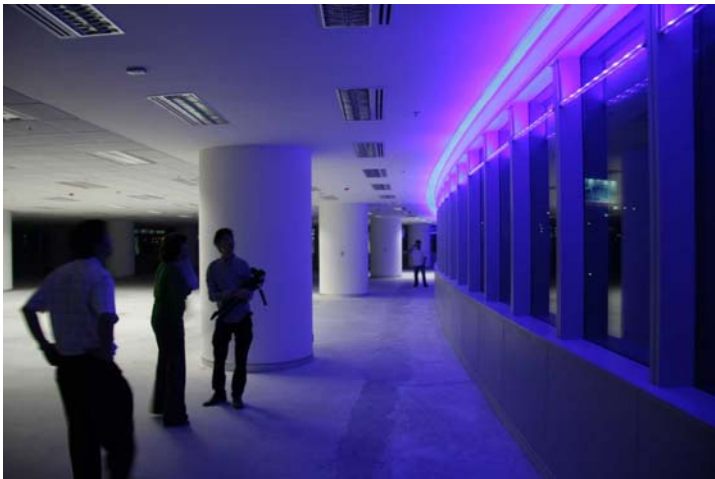
LED Lighting for Exterior Application

• FAÇADE & Landscape



- LED เหมาะกับการตกแต่งไฟ Facade ให้สวยงาม มีการเปลี่ยนแปลงของสีตามวันหรือเทศกาล
- ไฟใน Landscape บางการใช้งาน เช่น ไฟได้น้ำ มีการบำรุงรักษาที่เข้าถึงยาก
- ในไฟ Landscape เดิมนิยมใช้หลอดฮาโลเจน ก็เปลี่ยนมาใช้ LED เพราะประหยัดไฟกว่า และไม่ร้อน นอกจากนี้ ก็ไม่สูญเสียพลังงานไปที่ color filter
- เทคโนโลยี "Media Facade"

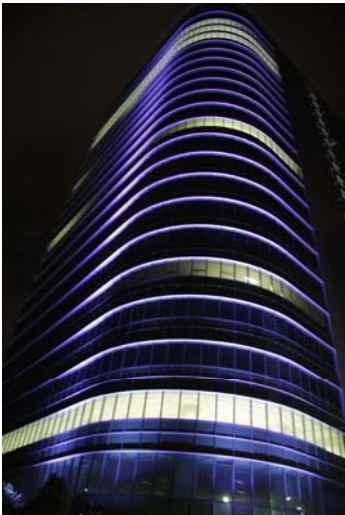
LED Lighting Application



SLL1092

L&E LIGHTING & EQUIPMENT PUBLIC COMPANY LIMITED

LED Lighting Application



ENCO Building

L&E LIGHTING & EQUIPMENT PUBLIC COMPANY LIMITED

LED Lighting Application



SCF236

Project : The RAMA IV Bridge



LED Lighting Application



SCS336



QUEZON SHRINE MEMORIAL

LED Lighting Application



SCS336



EATON CENTRIS WALKWAY

L&E LIGHTING & EQUIPMENT PUBLIC COMPANY LIMITED

LED Lighting Application



SCU309



SCX1300

L&E LIGHTING & EQUIPMENT PUBLIC COMPANY LIMITED

LED Lighting Application



L&E LIGHTING & EQUIPMENT PUBLIC COMPANY LIMITED

LED Lighting Application



SCS436

Chartium Riverside

L&E LIGHTING & EQUIPMENT PUBLIC COMPANY LIMITED

LED Lighting Application



SLW101



SLW 403



Kempinski Hotel



L&E LIGHTING & EQUIPMENT PUBLIC COMPANY LIMITED

LED Lighting Application



SLG309

L&E LIGHTING & EQUIPMENT PUBLIC COMPANY LIMITED

LED Lighting Application



SCW145

L&E LIGHTING & EQUIPMENT PUBLIC COMPANY LIMITED



Installation



Four images showing LED lighting applications: a building facade, a curved wall, a curved wall, and a curved wall.

LED Lighting Application

LED Lighting Application



Central Khonkaen



SCF236

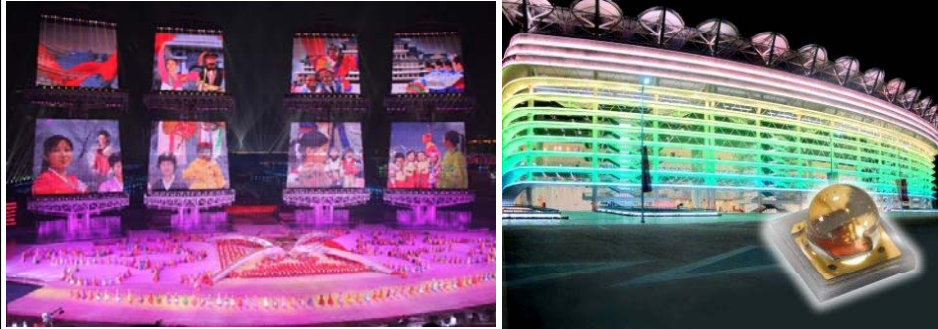
L&E LIGHTING & EQUIPMENT PUBLIC COMPANY LIMITED

LED Lighting Application



Central World

LEDs light inside and outside of Asian Games



Seoul Semiconductor lights Asian Games stage

OSRAM LEDs provide architectural lighting

Source: LED Magazine

LED Lighting for Exterior Application

• Area Lighting & Street Lighting



140 W LED streetlight
penetrated into contemporary
250 W HPS streetlight in
Toronto, Canada

LED Lighting Application

- Area Lighting & Street Lighting



Tunnel Application: Approximately 27.6 m long, 7.6 m wide

Racine, WI



53% Energy Savings

2x improvement in uniformity

Courtesy of BetaLED

140W LED vs. 300W HPS Comparison

Source: CREE



Los Angeles Project

- Plan to retrofit 140,000 LED street lights
- Already installed more than 20,000 LED street lights
- Expect to save \$10 M annually (\$7.5 M from energy and \$2.5 M from maintenance)
- 40% Energy Savings
- “Carpeted Effect”

Source: LED Magazine

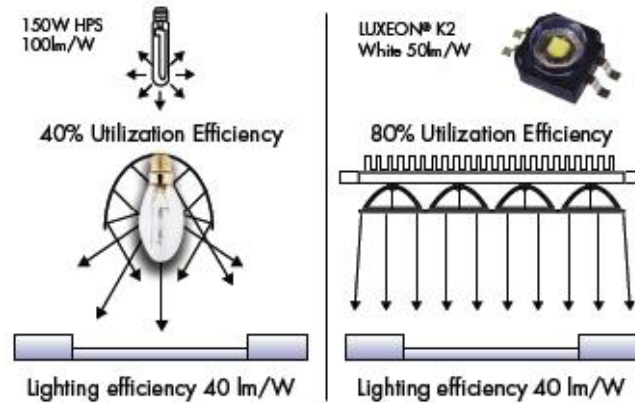
Comparioson Table LED & HPS Streetlight

Description	LED Streetlight 150 W	HPS Streetlight 250 W
Power Consumption	165 W	285 W
Heat/Waste Energy	Radiate heat through base only	Disperses heat and waste energy
Photometric Performance	Good. Designed to focus light	Bad. Emits light in all direction
Optical Efficiency	High	Low
Average Life Span	50,000 Hours	24,000 Hours
End of Life Span	Dims over time	Burns out
Start up Speed	Instantly, full brightness within seconds	Full brightness after fully warm up
Color Rendering Index	Good. CRI > 75	Bad. CRI < 50
	(The color of object is Fresh, Veritable and Comfortable)	(The color of object is quite Boring)
Color Temperature	Ideal Color Temperature (Feel Safe)	Quite Low (Yellow or Amber, Uncomfortable)
Light Pollution	No, designed to focus light to working plane	Yes, emits light in all direction
Light Heating	Cold light	Heat comes with light
Durability	Very durable, difficult to damage	Fragile, Glass/Filament break easily
Environmental Friendly	"Green" Light Source	Contains Toxic Materials (Mercury)
Maintenance Cost	Quite Low	Quite High

LED Lighting Application

- Area Lighting & Street Lighting
- LEDs to maximize system efficiency

FIGURE A

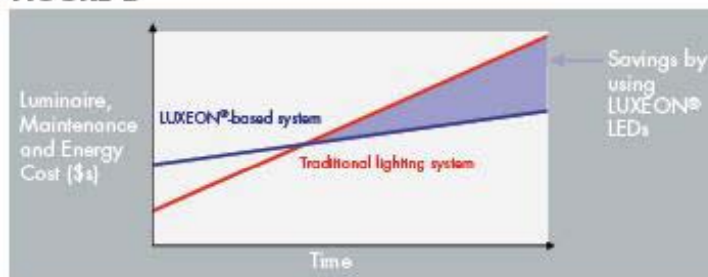


Source: Phillips

LED Lighting Application

- Area Lighting & Street Lighting
- Reduced Maintenance and Service Costs

FIGURE B



Source: Phillips

LED Lighting Application

- Area Lighting & Street Lighting

- Improve Uniformity

Metal halide vs LED in parking lot



Average: 3.5
Maximum: 9.0
Minimum: 0.9
Max : Min: 10.0



Average: 2.8
Maximum: 5.2
Minimum: 1.2
Max : Min: 4.3

Light Pollution & Nocturnal Insects



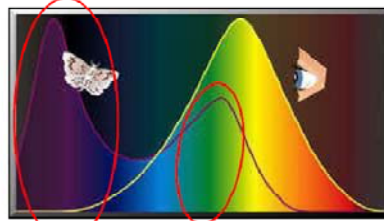
Glare effects



Nocturnal insects pollution



Light Pollution of the sky



Spectral sensitivity of nocturnal insects Spectral sensitivity of human

Application Design Center Shanghai | Street lighting | GK
December 2007 Page: 32

Opto Semiconductors

OSRAM



LED Streetlight
High CRI, White Light, Clear,
Safe and Comfortable

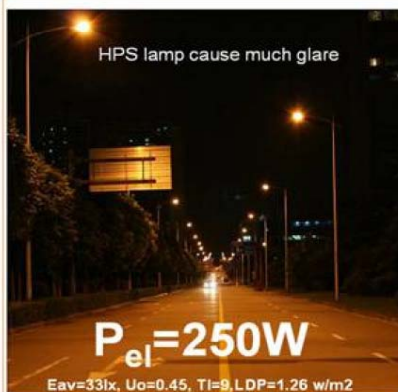


HPS Streetlight
Low CRI, Yellow Light, Unclear,
Unsafe, Boring

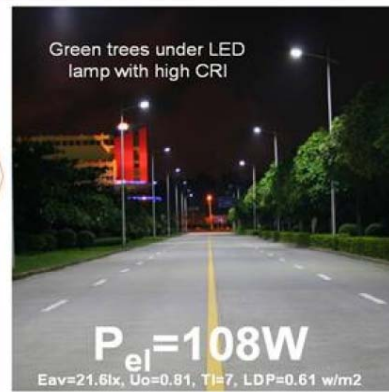
L&E LIGHTING & EQUIPMENT PUBLIC COMPANY LIMITED

The effect of the Mesopic Vision on a Street Lighting example – LED vs. HPS

Street with HPS luminaire



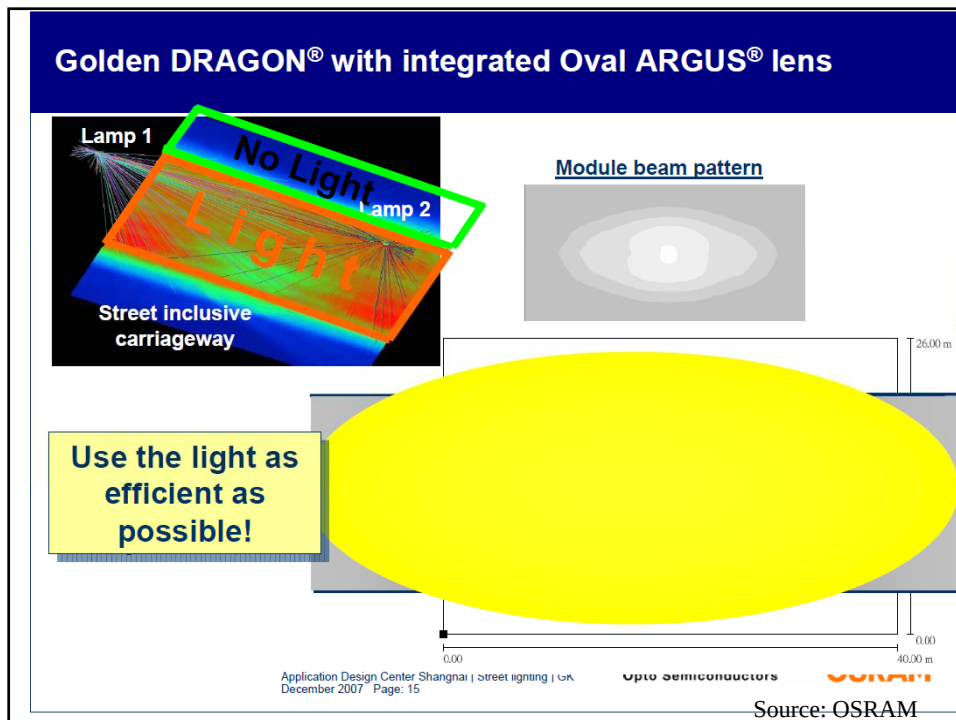
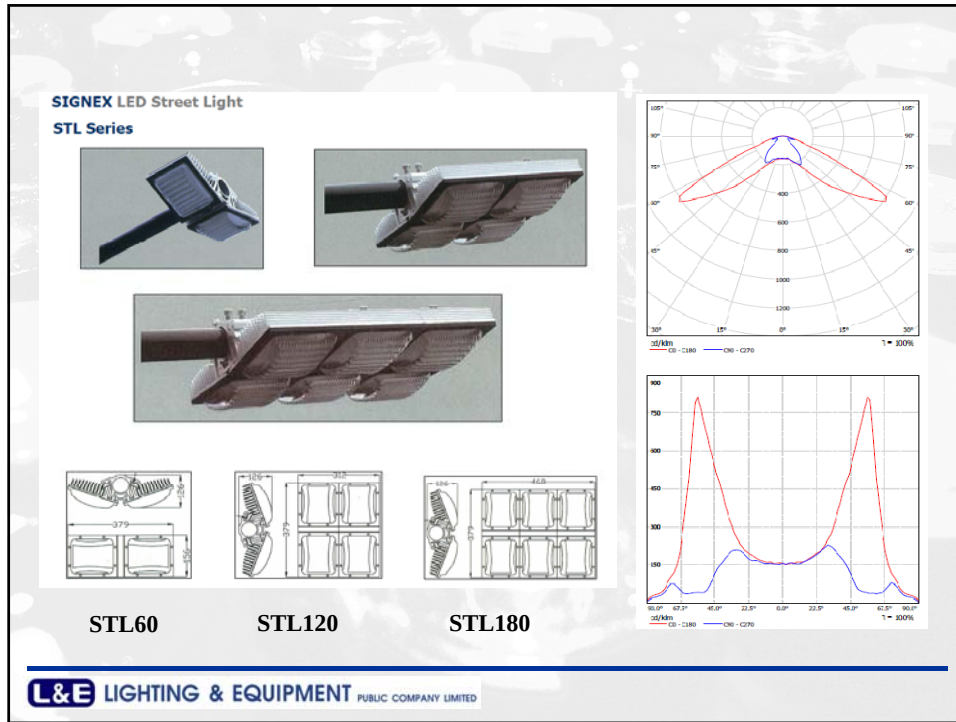
Street with LED solution



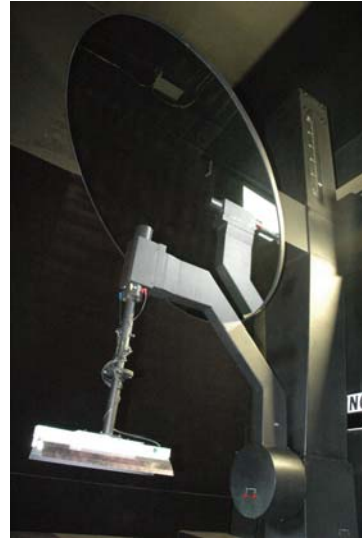
OPTIC BASICS | 16/10/09 | Page 38
The Use of LEDs in General Lighting Applications | Alexander Wilm

Opto Semiconductors

OSRA

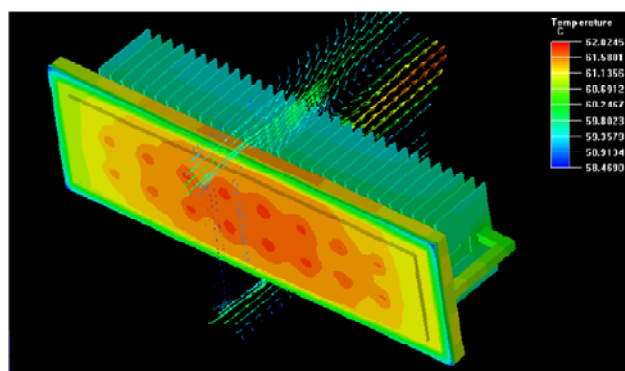


OPTICAL DESIGN & PHOTOMETRIC TEST



Module Thermal Analysis

- $T_b < 65\text{ }^{\circ}\text{C}$ when $T_{air} = 30\text{ }^{\circ}\text{C}$

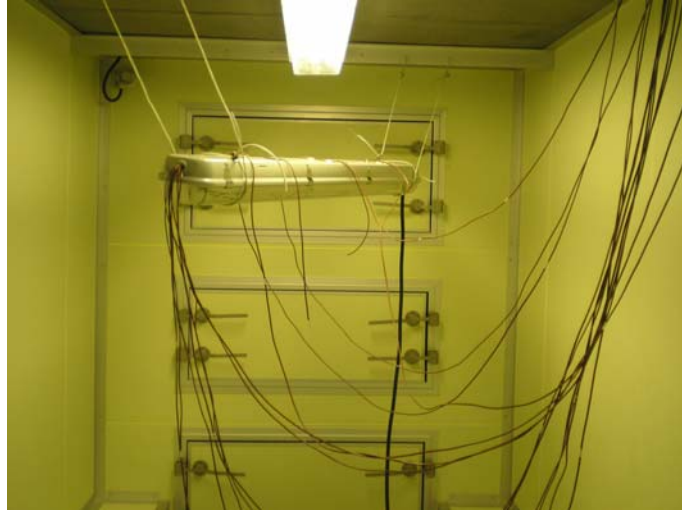


street lighting | GIK

Opto Semiconductors

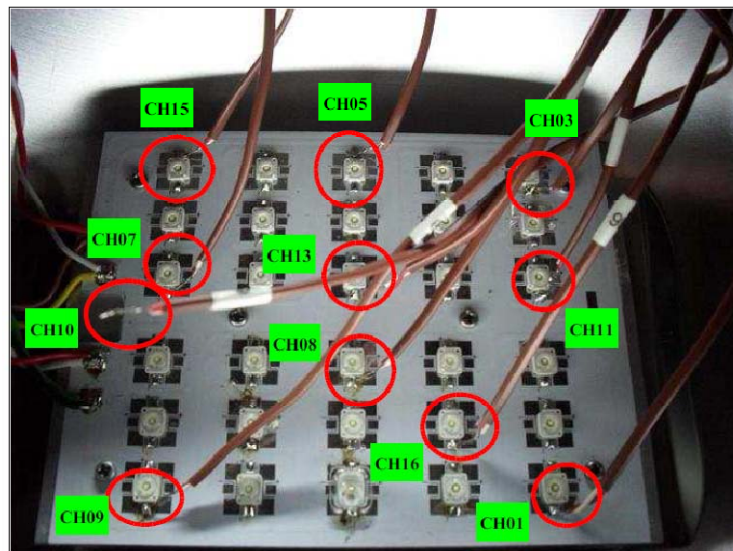
OSRAM

THERMAL TEST

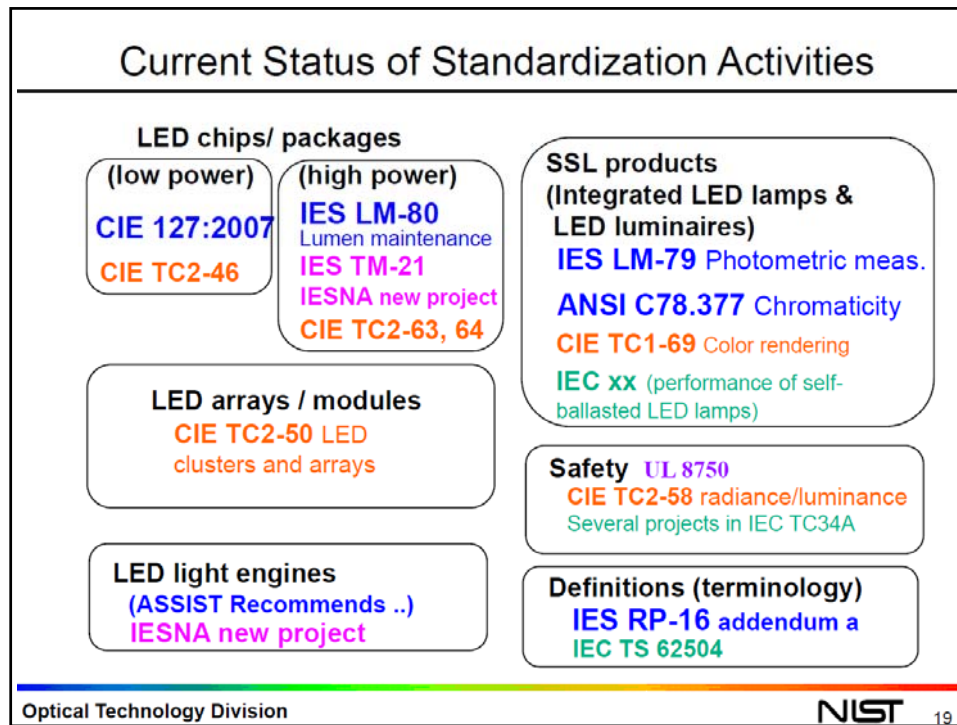


L&E LIGHTING & EQUIPMENT PUBLIC COMPANY LIMITED

THERMAL TEST



L&E LIGHTING & EQUIPMENT PUBLIC COMPANY LIMITED



Addendum to ANSI/IESNA RP-16-05

Published in May 2008



ANSI/IESNA RP-16-05
Addendum a

**Nomenclature
and
Definitions
for
Illuminating
Engineering**



Addendum a to ANSI/IESNA RP-16-05
(under continuous maintenance)

- 6.8 Light Emitting Diode
- 6.8.1 LED die
- 6.8.2 LED Bin
- 6.8.3 Power source
- 6.8.3.1 Power supply
- 6.8.4 LED control circuitry
- 6.8.4.1 LED driver
- 6.8.4.2 LED driver, Class II
- 6.8.5 LED luminaire
- 6.8.5.1 LED package
- 6.8.5.2 LED array
- 6.8.5.3 LED module
- 6.8.5.4 LED lamp, non-integrated
- 6.8.5.5 LED lamp, integrated



Published, May 2008



IES LM-79-08

Approved Method: **Electrical and Photometric Measurements**
of Solid-State Lighting Products

Prepared by the Subcommittee on Solid-State Lighting of the IES Testing Procedures Committee

Solid-State Lighting Subcommittee

Kevin Dowling, Chair
Yoshi Ohno, Technical Coordinator

Optical Technology Division



13

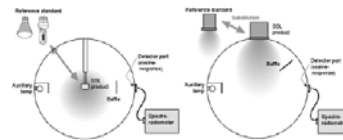
IESNA LM-79 Approved Method for Electrical and Photometric Measurement of SSL Products

- Covers LED luminaires and integrated LED lamps.

- Covers measurements of
 - Total luminous flux (lumen)
 - Luminous efficacy (lm/W)
 - Chromaticity, CCT, CRI (4π integrated)
 - Angular intensity distributions



- Methods using
 - Sphere-spectroradiometer
 - Sphere-photometer
 - Goniophotometer



Optical Technology Division

NIST 14

Measurement Standards & Procedures for Traditional Lighting (luminous flux)

- **Luminaire efficacy: characterised in terms of lamp ratings and fixture efficiency**
- **Lamp rating (in lumens for luminous flux) – how much light the lamp will produce @standard ambient temperature 25 °C - reference standards and test procedures well established**
- **Fixture efficiency – proportion of rated lamp lumens actually emitted by the fixture in %, useful for fixtures with interchangeable lamps – well documented and understood**

Incandescent



15 lm/W

Fluorescent



90 m/W

Source: National Metrology Centre



U.S. Department of Energy
Energy Efficiency and Renewable Energy

Relative vs. Absolute Photometry

- Relative testing
 - Lamps of interest and luminaire (with reference lamp) are measured separately. Then the actual light distribution and intensity of the complete luminaire of interest is derived by normalization of the test data
- Absolute testing
 - The actual light distribution and intensity of the luminaire of interest is measured directly from the complete luminaire

Why new standards for LED/SSLs ?

- No standard procedures for rating luminous flux of LED devices
- Data on luminous flux/color of LEDs given in manufacturer's datasheets are typically measured under a short pulse (< 1 S) applied to the LED chips @ $T_{\text{JUNCTION}} = 25^\circ\text{C}$ at manufacturing stage to avoid damaging chips w/o heat sink
- Large impact of luminaire design on the performance of the LEDs
 - Efficiency of LEDs is very sensitive to heat and optical design
 - Light output and life of LEDs requires careful thermal management
 - Fixture housing is used also as a heat sink or part of the heat removal design
 - making it difficult to compare LEDs to other types of lighting
- The amount of light emitted by a fixture cannot be predicated reliably based on available information on LED devices
- Conclusion: Luminous flux/efficacy must be measured at luminaire level

Source: National Metrology Centre

ANSI C78.377 Specifications for the Chromaticity of SSL products

Published Feb. 2008

ANSI/MEMA/ANSI C78.377-2008

American National Standard

Approved January 9, 2008

Secretary: American National Standards Lighting Group

For electronic lamps:

Specifications for the Chromaticity of Solid State Lighting Products

Foreword (This document is not part of American National Standard C78.377-2008.)

This is a new standard recently developed by the industry.

Suggestions for improvement of this standard should be submitted to the Secretariat, C78, American National Standards Lighting Group, 1000 North 17th Street, Suite 1702, Rosslyn, VA 22209.

This standard was prepared and approved by the Accredited Standards Committee on Electric Lamps, C78, and the National Electrical Manufacturers Association Solid State Lighting Section technical work group (known at the time as SSV Work Group 06). Committee approval of the standard does not necessarily imply that all committee members voted for that approval.

Amendment / Change	CRV	RV
Revision	C78.4270	C78.4271

Dennis Holt, Chair, ASCTE
Yoshi Ohno, Technical Coordinator
Randolph N. May, ANSI/ISO Secretariat
Matt Clark, Senior Editor

CIE 1931 (x, y) Diagram

- For indoor applications only
- No standards for outdoor applications

Optical Technology Division

NIST 15

Published, Oct. 2008

IES LM-80-08

Approved Method: Measuring Lumen Maintenance of LED Light Sources

Prepared by the Subcommittee on Solid-State Lighting of the IES Testing Procedures Committee

Solid-State Lighting Subcommittee

Kevin Dowling, Chair

Optical Technology Division

NIST 16

IES LM-80-08 Approved Method for Measuring Lumen Maintenance of LED Light Sources

Scope

.... This document provides the methods of the measurement of lumen maintenance of sources including LED packages, arrays and modules only. ... This approved method does not provide guidance or make any recommendation regarding predictive estimations or extrapolation.

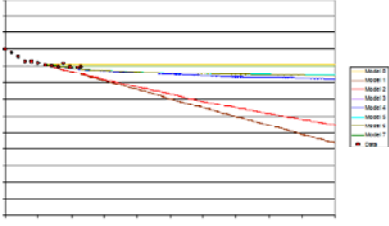


↪ IES TM-21-xx

Lumen Maintenance Life:
 L_{70} (hours): 70% lumen maintenance
 L_{50} (hours): 50% lumen maintenance

Testing at the LED case temperatures
 55°C , 85°C , and a 3rd temperature selected by manufacturer, for 0 to 6000 h or longer. Ambient temperature within -5°C from the case temperature.

Does not cover measurement of luminaires.



Optical Technology Division
NIST 17

THANK YOU



